牛至油对断奶仔猪生长性能、血清激素指标及小肠组织胰岛素样生长因子-Ⅰ含量的影响[1]

马玉芳[1]　王冠凇[1]　闵思明[1]　廖吕燕[2]　吴樟强[3]　黄一帆[2*]

（1. 中西兽医结合与动物保健福建省高等学校重点实验室，福州 350002；2.福建省兽医中药与动物保健重点实验室（福建农林大学），福州 350002；3.福建中农牧生物药业有限公司，龙岩 364000）

摘　要：本试验旨在研究饲粮中添加牛至油对断奶仔猪生长性能、血清激素指标及小肠组织胰岛素样生长因子-Ⅰ（IGF-Ⅰ）含量的影响。选取体重相近的 25 日龄断奶“大白×长白”二元杂交仔猪 120 头，随机分为 4 组，每组 3 个重复，每个重复 10 头猪。对照组饲喂基础饲粮，3 个试验组分别在基础饲粮中添加 300、500、800 mg/kg 牛至油。预试期为 5 d，正试期为 30 d。结果表明，与对照组相比，3 个试验组断奶仔猪第 1~30 天的平均日采食量均极显著提高（P<0.01），平均日增重显著或极显著提高（P<0.05 或 P<0.01），腹泻率极显著降低（P<0.01）；3 个试验组断奶仔猪第 15 天的血清 IGF-Ⅰ含量显著提高（P<0.05），第 30 天的血清 IGF-Ⅰ含量极显著提高（P<0.01）；3 个试验组断奶仔猪十二指肠和回肠 IGF-Ⅰ含量极显著提高（P<0.01）。由此可见，饲粮中添加牛至油可以提高断奶仔猪血清和小肠组织 IGF-Ⅰ含量，促进断奶仔猪生长。

关键词：牛至油；断奶仔猪；生长性能；激素

中图分类号：S828

早期断奶易导致仔猪消化吸收不良、生长性能下降、腹泻甚至死亡，给养猪业造成严重的经济损失[1]。饲用抗生素因具有明显的促生长、抗病和防腹泻作用而被广泛添加在断奶仔猪饲粮中。但是，鉴于饲用抗生素的滥用不仅导致细菌耐药性的产生，而且也会对人类健康

收稿日期：2017-11-20

基金项目：福建省科技厅产学研专项(2014N5004)

作者简介：马玉芳（1970-），女，籍贯？，教授，博士，研究方向为天然产物开发与综合利用。E-mail: myfau850@sohu.com

*通信作者：黄一帆，教授，博士生导师，E-mail: zjhyfang@163.com

与环境可能造成危害，2006 年欧盟禁止在饲料中添加抗生素类生长促进剂，因此，寻找促生长抗生素类替代品成为畜禽养殖业中的热点。植物提取物因其天然、高效、无残留的特点引起了国内外研究者的关注[2]。牛至油（oregano essential oil，OEO）是从天然植物牛至（*Origanum vulgare* L.)中提取的挥发油，由多种芳香味化合物组成，其中主要有效成分为香芹酚和百里香酚[3]。体外试验表明，牛至油具有抗菌[4-6]、抗氧化活性[6-9]等功能。动物体内试验表明，饲粮添加牛至油或其活性成分能提高断奶仔猪日增重，有效降低仔猪腹泻率，改善仔猪的生长性能[10-14]。动物生长主要受下丘脑垂体-肝脏生长轴的调控，但目前关于牛至油对断奶仔猪血清激素指标的研究鲜见报道。因此，本研究拟在基础饲粮中添加牛至油，通过检测生长性能和血清生长激素（GH）、三碘甲腺原氨酸（T_3）、甲状腺素（T_4）、胰岛素样生长因子-Ⅰ（IGF-Ⅰ）含量及小肠组织 IGF-Ⅰ含量的变化，探讨牛至油对断奶仔猪促生长和保健的可能作用机理，旨在为牛至油在断奶仔猪中的应用提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

牛至油（半包被的 10%牛至油预混剂，主要成分为香芹酚和百里香酚各占 5%，包被材料为轻质碳酸钙），购自福建中农牧生物药业有限公司。

1.2　试验动物与试验方法

试验在福建省莆田市江口镇优利可农牧发展有限公司进行。选取胎次(3~6 胎次)相近、25 日龄断奶的“大白×长白”二元杂交仔猪 120 头，平均体重为(7.19±0.26) kg，按公母各 1/2、体重相近的原则随机分为 4 组，每组 3 个重复，每个重复 10 头猪。对照组饲喂基础饲粮，3 个试验组分别在基础饲粮中添加 300、500、800 mg/kg 牛至油。预试期为 5 d，正试期为 30 d。饲养管理与免疫程序按照猪场常规程序进行。

1.3　试验饲粮

基础饲粮组成及营养水平见表 1[15-17]。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets （DM basis） %

项目 Items	30~45日龄 30 to 45 days of age	46~60日龄 46 to 60 days of age
原料 Ingredients		
玉米 Corn	53.00	60.00
豆粕 Soybean meal	6.00	11.00
膨化全脂大豆 Extruded full-fat soybean	13.00	11.00
乳清粉 Dried whey	12.00	6.00
血浆蛋白粉 Plasma protein powder	5.00	0.00
鱼粉 Fish meal	3.50	5.00
柠檬酸 Citric acid	1.50	1.00
蔗糖 Cane sugar	2.00	2.00
预混料 premix[1)]	4.00	4.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels		
消化能 DE/(MJ/kg)	14.07	13.96
粗蛋白质 CP	18.00	17.00
赖氨酸 Lys	1.30	1.15
蛋氨酸 Met	0.35	0.34
苏氨酸 Thr	0.87	0.74
色氨酸 Try	0.24	0.21
钙 Ca	0.83	0.78
有效磷 AP	0.68	0.65

[1)]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets: VA 15 000 IU，VD 8 000 IU，VE 60 IU，VK 2.5 IU，VB_1 30 mg，VB_2 10 mg，VB_6 30 mg，VB_{12} 30 μg，烟酸 nicotinic acid 260 mg，*D*-泛酸 *D*-pantothenic-acid 250mg，叶酸 folic acid 1.2 mg，氯化胆碱 choline chloride 500 mg，生物素 biotin 1.4

mg，Cu (as copper sulfate) 50 mg，Fe (as ferrous sulfate) 120 mg，Mn (as manganese sulfate) 40 mg，Zn (as zinc sulfate)80 mg，I （as potassium iodide）0.6 mg，Se (as sodium selenite) 0.3 mg，赖氨酸 lysine 2.3 g，蛋氨酸 methionine 0.8 g，苏氨酸 threonine 0.7 g，色氨酸 tryptophan 0.5 g。

2)消化能和有效磷为计算值，其余为实测值。DE and AP were calculated values, while the others were measured values.

1.4 测定指标及方法

1.4.1 生长性能

试验期间每天计算采食量，计算试验第 1~15 天、第 16~30 天、第 1~30 天的平均日采食量（average daily feed intake，ADFI)；于试验第 1、15、30 天早上逐只空腹称重，计算试验第 1~15 天、第 16~30 天、第 1~30 天的平均日增重（average daily gain，ADG）；根据 ADFI 和 ADG 计算第 1~15 天、第 16~30 天、第 1~30 天的料重比（feed to gain ratio，F/G)：

F/G=ADFI/ADG。

在试验期间每日观察仔猪的精神状态、排粪情况，记录仔猪腹泻数，用以计算第 1~15 天、第 16~30 天、第 1~30 天的腹泻率：

腹泻率（%）＝[（每天腹泻头数×腹泻天数）/（试验猪头数×试验天数）]×100。

1.4.2 血清激素指标

在试验的第 15、30 天，每个重复随机选取体重中等的 3 头仔猪，空腹前腔静脉采血 4~5 mL 置于 10 mL 离心管中，放置至析出血清后，3 000 r/min 离心 10 min，收集血清，-20 ℃保存，待测。酶联免疫吸附测定（ELISA）法测定血清 T_3、T_4、GH、IGF-Ⅰ含量，试剂盒均购自北京华英生物技术研究所，具体操作见试剂盒说明书，测试仪器为酶联免疫检测仪（BIO-RAD，美国伯乐公司）。

1.4.3 小肠组织中 IGF-Ⅰ含量

试验结束当天，每个重复随机挑选 1 头仔猪剖杀，分别取十二指肠、空肠、回肠一段，装入冻存管中，-80 ℃保存，ELISA 法检测小肠组织中 IGF-Ⅰ含量。

1.5 数据处理与统计分析

采用 SPSS 17.0 软件进行单因子方差分析（one-way ANOVA），LSD 法进行多重比较，试验数据用“平均值±标准差”表示。P<0.05 为差异显著，P<0.01 为差异极显著。

2 结 果

2.1 牛至油对断奶仔猪生长性能的影响

由表 2 可知，与对照组相比，试验第 1~15 天，3 个试验组断奶仔猪的 ADFI 分别提高了 7.86%(P<0.05)、6.31%(P<0.05)、6.40%(P<0.05)，ADG 分别提高了 12.64%(P<0.05)、14.15%(P<0.01)、10.61%(P<0.05)，腹泻率分别降低了 61.40%(P<0.01)、61.40%(P<0.01)、58.33%(P<0.01)。试验第 16~30 天，3 个试验组断奶仔猪的 ADFI 分别提高了 5.89%(P>0.05)、8.40%(P<0.05)、9.55%(P<0.01)，腹泻率分别降低了 62.39%(P<0.01)、65.75%(P<0.01)、66.67%(P<0.01)。试验第 1~30 天，3 个试验组断奶仔猪的 ADFI 分别提高了 6.94%(P<0.01)、8.16%(P<0.01) 和 8.95%(P<0.01)，ADG 分别提高了 6.72%(P<0.05)、8.75%(P<0.01) 和 9.17%(P<0.01)，腹泻率分别降低了 57.14%(P<0.01)、67.94%(P<0.01)和 68.98%(P<0.01)。

表 2　牛至油对断奶仔猪生长性能的影响

Table 2　Effects of OEO on growth performance of weaned piglets

项目 Items	对照组 Control group	300 mg/kg 牛至油组 300 mg/kg OEO group	500 mg/kg 牛至油组 500 mg/kg OEO group	800 mg/kg 牛至油组 800 mg/kg OEO group
初重 IBW/kg	8.28±0.01	8.26±0.04	8.26±0.04	8.31±0.05
第 1~15 天 Day 1 to 15				
平均日采食量 ADFI/(g/d)	477.14±0.66^{a}	514.63±10.52^{b}	507.27±15.55^{b}	507.66±8.27^{b}
平均日增重 ADG/(g/d)	279.36±6.10^{Aa}	314.67±14.52^{Ab}	318.88±12.17^{Bb}	309±10.81^{Ab}
料重比 F/G	1.69±0.04	1.64±0.06	1.59±0.12	1.64±0.04

腹泻率 Diarrhea rate/%	4.56±0.83^{Aa}	1.76±0.35^{Bb}	1.76±0.45^{Bb}	1.90±0.27^{Bb}
第 16~30 天 Day 16 to 30				
平均日采食量 ADFI(g/d)	939.94±10.09^{Aa}	995.30±23.51^{ABa}	1018.91±40.99^{ABb}	1029.68±12.95^{Bb}
平均日增重 ADG(g/d)	510.8±29.85	538.77±23.57	552.02±35.35	564.02±26.14
料重比 F/G	1.85±0.08	1.85±0.11	1.85±0.18	1.83±0.10
腹泻率 Diarrhea rate/%	3.27±0.74^{Aa}	1.23±0.44^{Bb}	1.12±0.36^{Bb}	1.09±0.55^{Bb}
第 1~30 天 Day 1 to 30				
平均日采食量 ADFI/(g/d)	705.54±4.72^{Aa}	754.47±16.53^{Bb}	763.09±8.63^{Bb}	768.67±8.91^{Bb}
平均日增重 ADG/(g/d)	399.85±4.22^{Aa}	426.72±8.12^{ABb}	434.83±11.53^{Bb}	436.51±7.97^{Bb}
料重比 F/G	1.77±0.04	1.77±0.04	1.75±0.06	1.76±0.05
腹泻率 Diarrhea rate/%	2.87±0.52^{Aa}	1.23±0.67^{Bb}	0.92±0.35^{Bb}	0.89±0.45^{Bb}
末重 FBW/kg	20.28±0.13^{Aa}	21.07±0.26^{ABb}	21.33±0.41^{Bb}	21.40±0.22^{Bb}

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），不同大写字母表示差异极显著（P<0.01），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), and with different capital letter superscripts mean significant difference (P<0.01), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as below.

2.2　牛至油对断奶仔猪血清激素指标的影响

由表 3 可知，与对照组相比，试验第 15 天，3 个试验组血清 GH 含量分别提高了 9.35%(P>0.05)、16.15%(P<0.05)和 17.56%(P<0.01)，血清 IGF-Ⅰ含量分别提高了 12.31%(P<0.05)、17.91%(P<0.05)和 16.06%(P<0.05)；各组血清 T_3、T_4 含量差异不显著(P>0.05)。与对照组相比，试验第 30 天，3 个试验组血清 T_4 含量分别提高了 7.63%(P>0.05)、13.67%(P<0.05)和 18.54%(P<0.01)，血清 IGF-Ⅰ含量分别提高了 23.62%(P<0.01)、29.43%(P<0.01)和 27.58%(P<0.01)；各组血清 GH 和 T_3 含量差异不显著(P>0.05)。

表 3　牛至油对断奶仔猪血清激素指标的影响

Table 3　Effects of OEO on serum hormone indexes of weaned piglets　　ng/mL

项目 Items	对照组 Control group	300 mg/kg 牛至油组 300 mg/kg OEO group	500 mg/kg 牛至油组 500 mg/kg OEO group	800 mg/kg 牛至油组 800 mg/kg OEO group

第 15 天 Day 15				
生长激素 GH	3.53±0.53Aa	3.86±0.60ABab	4.10±0.36ABb	4.15±0.34Bb
三碘甲腺原氨酸 T_3	0.72±0.25	0.78±0.26	0.84±0.22	0.78±0.26
甲状腺素 T_4	35.49±4.25	37.45±5.39	37.03±4.74	38.63±3.10
胰岛素样生长因子-Ⅰ IGF-Ⅰ	210.70±19.33Aa	236.64±24.35ABb	248.43±35.84ABb	244.54±18.67ABb
第 30 天 Day 30				
生长激素 GH	3.60±0.79	4.05±0.64	4.25±0.79	4.26±0.45
三碘甲腺原氨酸 T_3	0.78±0.16	0.83±0.10	0.87±0.21	0.86±0.16
甲状腺素 T_4	35.27±4.15Aa	37.96±3.27ABac	40.09±4.08Bbc	41.81±4.31Bb
胰岛素样生长因子-Ⅰ IGF-Ⅰ	220.28±13.89Aa	272.30±18.99Bb	285.11±10.65Bb	281.04±20.80Bb

2.3 牛至油对断奶仔猪小肠组织中 IGF-Ⅰ含量的影响

由表 4 可知，与对照组相比，3 个试验组断奶仔猪的十二指肠 IGF-Ⅰ含量分别提高了 22.97%(P<0.01)、48.45%(P<0.01) 和 55.21%(P<0.01)，空肠 IGF-Ⅰ含量分别提高了 0.56%(P>0.05)、7.65%(P>0.05) 和 29.90%(P<0.01)，回肠 IGF-Ⅰ含量分别提高了 22.97%(P<0.01)、30.51%(P<0.01)和 29.71%(P<0.01)。

表 4 牛至油对断奶仔猪小肠组织中 IGF-I含量的影响

Table 4 Effects of OEO on content of IGF-I in small intestine tissues of weaned piglets

ng/mg prot

项目 Items	对照组 Control group	300 mg/kg 牛至油组 300 mg/kg OEO group	500 mg/kg 牛至油组 500 mg/kg OEO group	800 mg/kg 牛至油组 800 mg/kg OEO group
十二指肠 Duodenum	16.41±1.15Aa	20.18±0.56Bb	24.36±1.44Cc	25.47±0.26Cc
空肠 Jejunum	7.19±1.12Aa	7.23±0.35Aa	7.74±0.56ABa	9.34±0.37Bb
回肠 Ileum	13.80±0.38Aa	16.97±1.30Bb	18.01±0.83Bb	17.90±0.78Bb

3 讨 论

3.1 牛至油对断奶仔猪生长性能的影响

研究表明，断奶仔猪饲粮中添加 10%牛至油预混料 300 mg/kg 可以显著提高断奶仔猪的 ADG 和 F/G，降低腹泻率[10,13]。姚佳等[14]研究表明，饲粮中添加 20%微囊化牛至油 100、200、300 mg/kg 时对断奶仔猪生长性能均有改善作用，添加量为 400 mg/kg 时显著降低 F/G。王亮等[12]研究 4 种抗生素替代产品(牛至油提取物、苦木甘草提取物、植物精油复合物和抗菌肽）对断奶仔猪生产性能的影响，结果表明，添加 1 000 mg/kg 牛至油提取物的作用效果最佳，使仔猪 ADG 增加 21.55%，ADFI 增加 2.97%，降低 F/G，可以有效改善仔猪腹泻，腹泻率降低 26.46%。本研究结果表明，试验全程（第 1~30 天），饲粮中添加不同水平的牛至油均能不同程度提高仔猪的 ADFI 和 ADG，降低腹泻率，与上述研究结果一致，究其原因可能是因为牛至油具有淡淡的馨香气味，而嗅觉神经是唯一与大脑直接相连的脑神经，促进脑肠肽的分泌，并促进唾液和胃液的分泌，从而提高了采食量[18]。亦有研究表明，植物精油的促生长效果与其改善肠道菌群、刺激消化酶分泌、完善肠道结构、改善饲粮利用率及提高免疫功能密切相关[19-20]。

3.2 牛至油对断奶仔猪血清激素指标的影响

动物生长主要受下丘脑垂体-肝脏生长轴的调控。GH 和 IGF-Ⅰ在该生长轴中最能反映动物的营养和生长状况，二者直接促进细胞的生长，增加氨基酸的摄取，提高蛋白质和 RNA 的合成，增强肌肉的生长，并与其他生长因子协同促进肌细胞、成骨细胞、脂肪细胞及胶质细胞等的增殖和分化；由于 GH 的脉冲式释放，很难建立 GH 与生长特性的关系，而 IGF-Ⅰ含量相对稳定，可反映动物的生长状况[21]，因此它也是反映生长速度的重要指标。研究表明，血清 IGF-Ⅰ含量与猪体重和增重呈正相关[22]。GH 对促进仔猪蛋白质沉积具有重要作用，T_3、T_4 是促进动物物质和能量代谢效率的重要激素，可与 GH 协同促进仔猪的生长和发育[23]。许丹宁等[24]研究表明，白术多糖对仔猪的促生长作用，可能是通促进 GH、IGF-Ⅰ的合成和

分泌，加强合成代谢，同时促进 T_3、T_4 的合成和分泌，促进脂肪的动员，加速脂肪的氧化和分解而实现；花城等[25]研究表明，菊粉能显著提高断奶仔猪游离三碘甲腺原氨酸（FT_3）、游离甲状腺素（FT_4）、GH、IGF-Ⅰ的含量。程佳等[26]研究表明，柴术抗激颗粒（主要有效成分为柴胡皂苷、白术多糖和白芍总苷）能够通过降低血清固醇（COR）含量，提高血清 GH、IGF-Ⅰ、T_3 和 T_4 含量而促进仔猪生长。刘超良等[27]研究表明，大蒜素能提高血清 FT_3、IGF-Ⅰ含量，具有促生长作用。黄其春等[28]研究表明，饲粮中添加银杏叶提取物可以通过提高血清 GH、T_3 和 T_4 含量，促进蛋白质的合成，改善断奶仔猪的生长性能。本试验结果发现，与饲喂基础饲粮的断奶仔猪相比，饲粮中添加牛至油能提高断奶仔猪相关激素含量，尤其是血清 IGF-Ⅰ含量，上述研究结果显示，牛至油可能通过促进 IGF-Ⅰ的分泌促进仔猪生长。

3.3 牛至油对断奶仔猪小肠组织中 IGF-Ⅰ含量的影响

研究表明，IGF-Ⅰ可以调节肠道的发育，对仔猪肠道的发育有非常重要的作用[29]。本研究发现，饲粮中添加牛至油后小肠组织中 IGF-Ⅰ含量升高；同时本实验室前期研究发现，与对照组相比，牛至油组小肠绒毛长度增加，隐窝深度降低，绒毛长度/隐窝深度比值增加，紧密连接蛋白闭锁小带蛋白 1（*ZO*-1）、Claudin、Occludin mRNA 表达不同程度上调。上述结果表明，在仔猪饲粮中添加牛至油能提高肠道组织 IGF-Ⅰ含量，促进肠道上皮细胞的增殖与分化，改善小肠黏膜形态结构，促进仔猪肠道的发育，从而促进营养物质的吸收，促进仔猪生长。牛至油能否影响肠道组织和肝脏中 *IGF*-Ⅰ mRNA 表达有待于进一步深入研究。

4 结 论

饲粮中添加牛至油能提高断奶仔猪的 ADG 和 ADFI，降低腹泻率；提高血清和小肠组织中 IGF-Ⅰ含量。

参考文献：

[1] CAMPBELL J M,CRENSHAW J D,POLO J.The biological stress of early weaned piglets[J].Journal of Animal Science and Biotechnology,2013,4:19.

[2] 彭密军,王翔,彭胜,等.植物提取物在健康养殖中替代抗生素作用研究进展[J].天然产物研究与开发,2017,29(10):1794–1804.

[3] 韩飞,李瑾,潘悄悄,等.新型天然植物抗生素牛至油的研究进展[J].中国中药杂志,2015,24(3):303–307.

[4] LAMBERT R J W,SKANDAMIS P N,COOTE P J,et al.A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil,thymol and carvacrol[J].Journal of Applied Microbiology,2001,91(3):453–462.

[5] BURT S.Essential oils:their antibacterial properties and potential applications in foods—a review[J].International Journal of Food Microbiology,2004,94(3):223–253.

[6] HENN J D,BERTOL T M,DE MOURA N F,et al.Oregano essential oil as food additive for piglets:antimicrobial and antioxidant potential[J].Revista Brasileira de Zootecnia,2010,39(8):1761–1767.

[7] AMORATI R,FOTI M C,VALGIMIGLI L.Antioxidant activity of essential oils[J].Journal of Agricultural and Food Chemistry,2013,61(46):10835–10847.

[8] BERNIAKOVICH I,TRINEI M,STENDARDO M,et al.p66^{Shc}-generated oxidative signal promotes fat accumulation[J].Journal of Biological Chemistry,2008,283(49):34283–34293.

[9] ZHOU Y,XIANG Q H,WANG J,et al.Oregano essential oil improves intestinal morphology and expression of tight junction proteins associated with modulation of selected intestinal bacteria and immune status in a pig model[J].BioMed Research International,2016,2016:5436738.

[10] 黄国清,付水广.用牛至油替代抗生素对仔猪生产性能的影响[J].粮食与饲料工业,2006(10):35–36.

[11] 周晓容,刘作华,杨飞云,等.牛至油对生长猪生产性能和养分表观消化率的影响[J].四川畜牧兽医,2010,37(9):22–23.

[12] 王亮,梁代华,杨运玲,等.4 种抗生素替代产品对断奶仔猪生长性能、血液生化及免疫性能的影响[J].饲料研究,2015(6):53–56,60.

[13] 韩庆功,宋云义,崔艳红,等.牛至油对仔猪生产性能、抗体水平及粪便微生物的影响[J].河南农业科学,2016,45(7):113–117.

[14] 姚佳,徐昊翔,魏伟群.牛至油对断奶仔猪生长性能和血清抗氧化功能的影响[J].饲料广角,2017(3):49–51.

[15] 蔡旭滨,陈凌峰,檀新珠,等.太子参茎叶多糖对断奶仔猪生长性能和血清抗氧化指标、免疫指标及生化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(12):3867–3874.

[16] 陈凌峰,蔡旭滨,檀新珠,等.太子参茎叶多糖对断奶仔猪肠道免疫功能、肠黏膜形态结构及盲肠内容物菌群的影响[J].动物营养学报,2017,29(3):1012–1020.

[17] 池圣清,张洁,王燕秋,等.前花青素对断奶仔猪生长性能和血清抗氧化、免疫及生化指标的影响[J].动物营养学报,2017,29(4):1343–1349.

[18] 戴冉,马跃云,高丽晓,等.牛至油的作用机理及其应用[J].饲料广角,2016(8):44–47.

[19] JANG I S,KO Y H,KANG S Y,et al.Effect of a commercial essential oil on growth performance,digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens[J].Animal Feed Science and Technology,2007,134(3/4):304–315.

[20] HASHEMIPOUR H,KERMANSHAHI H,GOLIAN A,et al.Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance,antioxidant enzyme activities,fatty acid composition,digestive enzyme activities,and immune response in broiler chickens[J].Poultry

Science,2013,92(8):2059–2069.

[21] 毕英佐,傅伟龙.动物科学进展[M].北京:中国农业科技出版社,2000:1–19.

[22] BUONOMO F C,LAUTERIO T J,BAILE C A,et al.Determination of insulin like growth factor I(IGF-Ⅰ) and IGF binding protein levels in swine[J].Domestic Animal Endocrinology,1987,4(1):23–31.

[23] 马冬梅,赵艳.动物生物化学[M].北京:中国农业大学出版社,2006.

[24] 许丹宁,田允波,周家容,等.白术多糖促仔猪生长的内分泌机制[J].中国畜牧兽医,2010,37(3):18–21.

[25] 花城,陈立祥,燕富永,等.菊粉对断奶仔猪血液生化指标的影响[J].中国饲料,2008(14):27–29.

[26] 程佳,孙耀贵,王俊东.柴术抗激颗粒对早期断奶仔猪生长性能和血清相关激素水平的影响[J].动物医学进展,2013,34(1):47–51.

[27] 刘超良,谭良溪,田放和.大蒜素对断奶仔猪血清生化指标及生长相关激素的影响[J].饲料工业,2009,30(18):6–9.

[28] 黄其春,郑新添,钟升平,等.银杏叶提取物对断奶仔猪生长性能、血清生化指标和激素水平的影响[J].西北农林科技大学学报,2011,39(8):51–55.

[29] BURRIN D G,WESTER T J,DAVIS T A,et al.Orally administered IGF-I increases intestinal mucosal growth in formula-fed neonatal pigs[J].American Journal of Physiology,1996,270(5 Pt 2):1085–1091.

Effects of Oregano Essential Oil on Growth Performance, Serum Hormone Indexes and Small Intestine Tissues Insulin-Like Growth Factors-Ⅰ Content of Weaned Piglets

MA Yufang[1] WANG Guansong[1] MIN Siming[1] LIAO Lvyan[2] WU Zhangqiang[3] HUANG

Yifan[2*]

(1. *University Key Laboratory for Integrated Chinese Traditional and Western Veterinary Medicine and Animal Healthcare in Fujian Province, Fuzhou* 350002, *China*; *2. Fujian Key Laboratory of Traditional Chinese Veterinary Medicine and Animal Health (Fujian Agriculture and Forestry University), Fuzhou* 350002, *China*; *3. Fujian Zhong Nong Mu Biological Pharmaceutical Co., Ltd., Longyan* 364000, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of oregano essential oil（OEO) on growth performance, serum hormone indexes and small intestine tissues insulin-like growth factors-Ⅰ (IGF-Ⅰ) content of weaned piglets. One hundred and twenty 25-day-old weaned piglets (Large White×Landrace) with similar average body weight were selected and randomly allocated into 4 groups with 3 replicates per group and 10 piglets per replicate. Piglets in the control group were fed a basal diet, and the others in the experimental groups were fed the basal diets supplemented with 300, 500 and 800 mg/kg OEO, respectively. The pre-experimental period lasted for 5 days, and the experimental period lasted for 30 days. The results showed that compared with the control group, the average daily feed intake of weaned piglets at day 1 to 30 in the three experimental groups was significantly increased (P<0.01), the average daily gain was significantly increased (P<0.05 or P<0.01), and the diarrhea rate was significantly decreased (P<0.01); the serum IGF-Ⅰ content of weaned piglets at day 15 in the three experimental groups was significantly increased (P<0.05), and the serum IGF-Ⅰ content at day 30 was significantly increased (P<0.01); the content of IGF-Ⅰ in duodenum and ileum of weaned piglets in the three experimental groups was significantly increased (P<0.01). In conclusion, diet supplemented with OEO can improve the content of IGF-Ⅰ in serum and small

intestine tissues, and improve the growth of weaned piglets.

Key words: oregano essential oil; weaned piglets; growth performance; hormone

*Corresponding author, professor, E-mail: zjhyfang@163.com (责任编辑　武海龙)